

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number :

04-043961

07-50104

(43)Date of publication of application : 13.02.1992

(51)Int.CI.

G01N 33/38

G01N 25/18

G01N 29/14

(21)Application number : 02-152488

(71)Applicant : FUAROOKU EFU RAJII

(22)Date of filing : 11.06.1990

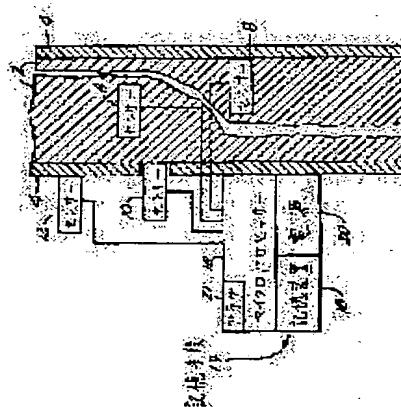
(72)Inventor : FUAROOKU EFU RAJII

## (54) METHOD AND SYSTEM FOR NONDESTRUCTIVE EVALUATING OF CONCRETE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To collect data inexpensively by fixing a sensor to a mass of concrete and fixing memory means to the sensor and the mass of concrete and then evaluating the mass of concrete by means of a computer.

**CONSTITUTION:** A sensor 6 is embedded in a mass 2 of concrete in the center thereof while a sensor 8 is embedded closely to the surface thereof and a sensor 10 is embedded to project from the surface thereof. A sensor 12, i.e. a reference sensor, is disposed on the outside of a concrete frame 4. A memory means 14 is disposed on the outside of the concrete frame 4 and removed together with the sensor at the time of removing the frame 4. The memory means 14 comprises a microprocessor 16, a memory means 18 and a power supply 20. The memory means is connected with the sensors. A draw-out plug 21 connects the computer with the memory means 14 in order to feed the computer with information.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 特許公報 (B2)

(11)特許出願公告番号

特公平7-50104

(24) (44)公告日 平成7年(1995)5月31日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 1 N 33/38

識別記号  
7055-2 J

F I

技術表示箇所

請求項の数3(全10頁)

(21)出願番号 特願平2-152488  
(22)出願日 平成2年(1990)6月11日  
(65)公開番号 特開平4-43961  
(43)公開日 平成4年(1992)2月13日

(71)出願人 99999999  
ファローク エフ ラジー  
アメリカ合衆国 ペンシルヴァニア州  
15222 ピツバーグ ゲートウェイ タ  
ワーズ 18エル  
(72)発明者 ファローク エフ ラジー  
アメリカ合衆国 ペンシルヴァニア州  
15222 ピツバーグ ゲートウェイ タ  
ワーズ 18エル  
(74)代理人 弁理士 柳田 征史 (外1名)

審査官 吉田 穎治

(56)参考文献 特開 昭58-66849 (JP, A)  
特開 昭63-117260 (JP, A)  
特開 平2-52243 (JP, A)  
特開 昭58-140639 (JP, A)  
特開 昭59-78988 (JP, A)

(54)【発明の名称】コンクリートの非破壊評価方法および装置

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】(a) コンクリートの塊が硬化する前に、該コンクリートの塊に温度センサーを埋め込み、該温度センサーにより硬化中の前記コンクリートの塊の温度を検出し、

(b) 前記温度センサーに記憶手段を取り付け、該記憶手段を前記コンクリートの塊の外側に取り付け、前記コンクリートの塊の温度に対応する信号を前記温度センサーから前記記憶手段に伝達して該記憶手段に記憶し、

(c) コンピュータにより前記記憶手段から情報を引き出し、該コンピュータが、熟成法により前記コンクリートの塊の時間と温度履歴に基づいて該塊の強度を計算する

ことを特徴とするコンクリートの塊の非破壊評価方法。

【請求項2】(a) コンクリートの塊が硬化する前に、

2

該コンクリートの塊に埋め込むための内部温度センサー、

(b) 該内部温度センサーに接続された、前記コンクリートの塊の外側に取り付けるための記憶手段であって、前記内部温度センサーが前記コンクリートの塊に埋め込まれたときに、該内部温度センサーによって測定される温度に関連する温度と時間のデータを記憶する記憶手段、および

(c) 該記憶手段に記憶した温度と時間のデータを引き出し、該データに基づいて熟成法により前記コンクリートの塊の強度を計算するコンピュータからなることを特徴とするコンクリートの非破壊評価装置。

【請求項3】(a) コンクリートを成形するのに適した枠、

(b) コンクリートの塊が硬化する前に該コンクリートの塊に埋め込まれる内部温度センサー、

(c) 該内部温度センサーに接続され、前記枠の外側に取り付けられた記憶手段であって、前記内部温度センサーが前記コンクリートの塊に埋め込まれたときに、該温度センサーによって測定される温度に関連する温度と時間のデータを記憶する記憶手段、および

(d) 該記憶手段に記憶した温度と時間のデータを引き出し、該データに基づいて熟成法により前記コンクリートの塊の強度を計算するコンピュータ

からなることを特徴とするコンクリートの塊を非破壊評価するための予め製作したコンクリートの塊。

#### 【発明の詳細な説明】

##### (産業上の利用分野)

本発明は、建築分野に関し、さらに詳しくはコンクリートの強度および耐久性を確認するための、コンクリートの非破壊試験および評価の方法と装置に関するものである。

##### (従来の技術)

コンクリートは、一般に工業界では、熟成によって硬化した塊に転換する、セメント、砂、石、および水の混合物を意味する。本明細書および請求項で使用するコンクリートの用語は、工業界で一般に定義されているコンクリート（セメント、砂および石）だけを意味するのではなく、モルタル（セメント、砂および水）およびセメント（熟成により固化して固体材料になるセメントおよび水）をも意味する。

本明細書および請求項で使用するコンクリートの用語は、コンクリート、モルタル、セメント、または同等のものから造られる塊または物体を意味する。これは、本明細書および請求項で使用する場合、コンクリートを流逝込み、そのコンクリートの塊が固化する間、その形状\*

\*を保持する構造物を意味するコンクリート枠と対比している。

建築分野では、コンクリートの塊の固定強度を予測する必要がある。硬化を促進することにより、建設計画を促進できるので、経済的な利益が得られるが、そのような促進には、構造的な安全性が常に保たれるように、固定強度を監視する手段が必要である。

米国標準試験方法に採用されている、コンクリートの塊の固定強度を試験および監視するための幾つかの方法がある。

1.ASTM C805:はね返り回数法—いわゆるスイスハンマー法。

2.ASTM C597:パルス速度（音響）法。

3.ASTM C900:引き抜き強度法。

ある与えられたコンクリートの塊の強度は、その塊の時間および温度履歴の関数であることが分かっている。この方法は、熟成法として知られており、その一形式は、化学反応速度は温度の指數関数であるというアレニウス式に基づいている。この熟成法は、ASTMシャーナルオブセメント、第6巻、No.2、冬季、1984のN.J.カリノ（Carino）による記事に解説されている。この熟成法は、コンクリートの塊の熱履歴に基づいて、そのコンクリートの塊の固定強度を予測するのに使われる。温度を監視し、コンクリートの塊の、時間と温度を監視し、コンクリートの塊の、時間と温度履歴を記録することにより、そのコンクリートの塊の強度を測定する。デンマーク、Benton-Og-Konstruktions instituttetのP.フライエスレーベン、ハンセンおよびエリックJ.ベダーセンにより、そのような計算を行なうのに適した、下記の式が提案されている。

20°Cにおける速度とθ°Cにおける速度を比較することにより、次のような近似式が得られる。

$$H(\theta) = \left[ \frac{\theta^{\circ}\text{における速度}}{20^{\circ}\text{における速度}} \right]$$

$$= \exp \left[ \frac{E}{R} \cdot \frac{(1)}{(293)} - \frac{1}{273 + \theta} \right] \quad (1)$$

ここで

**E = 固有活性エネルギー**

$$\left. \begin{aligned} &= 33500 \text{J}/\text{モル} \quad (\theta \geq 20^\circ\text{C}) \\ &= 33500 + 1470 \cdot (20 - \theta) \text{J}/\text{モル} \quad (\theta < 20^\circ\text{C}) \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{ボルトラ} \\ \text{ンド} \\ \text{セメント} \\ \text{に対して} \end{array}$$

$$R = \text{気体定数}、8.314 \text{J}/\text{モル}\text{°C}$$

温度関数  $H(\theta)$  を応用することにより、温度  $\theta$  における硬化過程を、基準温度  $20^\circ\text{C}$ において試験した、既知の硬化過程と比較することができる。  $20^\circ\text{C}$ における期間に\*

\*相当する、そのコンクリートの熟成度  $M$ を計算することによりこの比較を行なう。

コンクリートの熟成度は、

$$M = \int_0^t H(\theta) \cdot d\tau \quad (2)$$

により計算する。

※ ※ 熟成度  $M$  の関数として発熱を近似的に

$$Q(M) = Q_\infty \cdot \exp \left[ - \left( \frac{\tau_e}{M} \right)^\alpha \right] \quad (3)$$

ここで

$Q_\infty = M_\infty$  に対する総発熱、kJ/kg

$Q(M) = \text{熟成度 } M \text{ における発熱} \text{, kJ/kg}$

$M = \text{式 (2) からコンクリートの熟成度、時間}$

★  $\tau_e = \text{固有時間定数、時間}$

$\alpha = \text{曲線パラメータ、無次元}$

強度増加は、近似的に、パラメータ  $\sigma$ ,  $\tau_e$  および  $\alpha$  により、次の式で表わすことができる。

$$\sigma(M) \approx \sigma_\infty \cdot \exp \left[ - \left( \frac{\tau_e}{M} \right)^\alpha \right] \quad (4)$$

ここで

$\sigma_\infty = \text{可能な最終強度} \text{, MPa}$ ,  $M \rightarrow \infty$  に対して

$\sigma(M) = \text{熟成度 } M \text{ における強度} \text{, MPa}$

$M = \text{式 (2) からコンクリートの熟成度、時間}$

$\tau_e = \text{固有時間定数、時間}$

$\alpha = \text{曲線パラメータ、無次元}$

式 (4) は純粹に経験的な式である。通常、量  $\tau_e$  および  $\alpha$  は、式 (3) における発熱のための対応する値から変化する。

上記の計算から明らかなように、コンクリートの塊の熟成度は、 $20^\circ\text{C}$ の比較試料を使用して補正する。

(発明の目的)

本発明の目的は、硬化温度および時間を監視し、コンクリートの塊の強度を測定するための、効率的で経済的な装置および方法を提供することにある。

(発明の概要)

大まかに言うと、コンクリートを注ぎ込んだ後、そのコンクリートの塊に温度センサーを取り付け、そのセンサ

ーを記憶手段に接続する。その記憶手段は、異なった時間にセンサーから送られて来る温度データを記憶し、その塊の時間および温度履歴を確立することができる。その記憶手段は、どのセンサーを読み取るか、およびそれらの読みの頻度に関する指示を予めプログラム化してある。コンクリートの塊が硬化した後、または硬化過程の最中に、この記憶手段をコンピュータにかける。すると、コンピュータは、熟成法を使用して、コンクリートの塊の時間および温度履歴からコンクリートの塊の強度を計算する。上記の熟成法の説明から明らかなように、コンクリートの各バッチ毎に、熟成の式を補正するために、注ぎ込んだ時のコンクリートの試料を必要とする。この補正試料は、コンピュータで使用するための熟成法の式を「補正」または「ゼロ規正」するのに使用する。各試料の構成が同じであれば、装置は再度ゼロ合わせする必要はなく、精度を求めるために定期的に検査するだけで良い。しかし、構成が異なる場合は、装置を補正し、強度を正確に予測するために、コンクリートはそれ

それ試験するべきである。

(作用および効果)

本発明の大きな長所の一つは、コンクリートの塊に取り付けるための記憶手段を構成する装置が、通常のものであり、高価なものではないので、データを安価に収集できることである。

本発明の他の大きな長所は、使用者の都合の良い時にコンピュータを記憶手段に接続し、記憶手段から出て来る情報をコンピュータ処理できることである。従って、建設開始時にセンサーおよび記憶手段をコンクリートの塊に取り付け、しばらくしてから作業員が硬化した、または硬化しつつあるコンクリートの塊の所へ行き、コンピュータを記憶装置に接続し、データをコンピュータに取り入れることができる。そのため、建設作業には、複数の現場の複数のコンクリート構造物の強度を計算するのに、コンピュータが一台だけあれば良い。

その上、記憶手段は独立して作動できるので、中央の、または現場のコンピュータを、熟成監視業務に連続的に接続する必要がなく、夜間、あるいは現場を閉鎖する時には完全に切ってしまうことさえ可能である。

さらに、一般に予備成形工場で成形し、建設現場へ運搬する予備成形部品に記憶手段を取り付け、運搬中または硬化中の発熱を連続的に監視および記録して、加負荷または後伸長に対する強度が十分であるかどうかを評価することができる。

建設現場に到着した後、記憶手段を熟成度測定コンピュータ機構に接続し、蓄積したデータを解析する。

記憶手段方式のもう一つの利点は、多数のセンサーに対処する代わりに、多数のセンサーから記録したデータを单一のチャネルを通して任意の時間に連続して伝達することができる。これによって、建設現場における通信の問題が解決でき、熟成法が実用的な手段になる。

さらに、コンピュータを記憶手段に接続し、集めたデータを解析するのに、専門的知識はほとんど必要ないのに対し、上記のASTM方法では、それぞれの試験を行ない、それを解析するのに多くの技術的な専門知識が必要である。

本発明の別の利点は、本発明の方式に音響センサーまたはプローブを使用し、公知の様式でデータを集め、硬化するコンクリートの塊の長期間の耐久性を監視することもできる。

(発明の構成の詳細な説明)

本発明に使用する適当な温度センサーとしては熱電対、サーミスタ、またはRTDがある。本発明に使用する適当な音響センサーは、ジェイムスインスツルメンツ社から、V-メーターまたはF-メーターとして販売されている。どちらの温度センサーおよび音響センサー共、市場で容易に入手できる通常型の装置である。適当な温度センサーは、Abbeon Cal.Inc.またはリーズ アンド ノースラップ社から市販されている。温度センサーは強

度測定のためのデータを与えるのに対し、音響センサーは硬化したコンクリートの塊の長期的な耐久性を監視するためのデータを与え、これらの両方のデータの組み合わせをコンピュータで処理するために記憶手段に供給する。センサーは、コンクリートの塊に様々な方法で取り付ける。その一つは、コンクリートを流し込む時、または流し込んだ直後に、コンクリートの塊の中に埋め込む方法である。これらのセンサーは、コンクリートの塊の長さに沿って異なる地点に、およびコンクリートの塊の中の異なる深さに、間隔を置いて埋め込む。これらのセンサーは、塊の外にワイヤで接続する。もう一つの取り付け点は、コンクリートの塊自体の外側で、コンクリートの塊の表面に沿った所である。第3の取り付け方法は、内部で塊が硬化している、コンクリート棒の外側にセンサーを取り付ける方法である。この第3の点は、基準データを与える。

好ましくは、塊の内部、および塊の表面に沿って、様々な位置に多数のセンサーを取り付け、一方、基準として棒の外側にはただ一つのセンサーだけを取り付ける。

コンクリートが硬化した後は、センサーはコンクリート中に残しておくか、または取り外す。また、コンクリートが硬化している間それを保持している棒の中にだけセンサーを配置し、その棒を硬化したコンクリートから取り外す際には、センサーも除去されるようしても良い。棒に取り付けたセンサーはコンクリート中に埋め込み、その棒を取り外す時に除去することができる。

温度センサーと音響センサーは、相互に干渉しないように設置する。

記憶手段は、マイクロプロセッサと記憶装置で構成する。センサーは、通常はワイヤでマイクロプロセッサに接続し、そのマイクロプロセッサも、通常はワイヤで記憶装置に接続する。電源は、記憶装置、マイクロプロセッサまたはその両方に含まれる、あるいは別個の装置で、記憶装置、マイクロプロセッサまたはその両方に取り付ける。マイクロプロセッサはセンサーから来る信号を、記憶装置に記憶する、およびコンピュータで使用するに必要なデータに変換する。マイクロプロセッサは、予めプログラム化しており、プログラム化した時間でセンサーから信号を受け入れ、これらの信号を記憶装置に保管するためのデータに変換する。マイクロプロセッサは、センサーから得た信号を記憶装置に保管できるデータに変換するだけでなく、コンピュータに受け入れられるデータにも変換するように、予めプログラム化してある。マイクロプロセッサは、温度センサー、音響センサーまたはその両方から信号を受け入れ、これらの信号を記憶装置に保管するデータおよびコンピュータに受け入れられるデータに変換するように、予めプログラム化してある。マイクロプロセッサは、コンクリートの塊の中に設置した後で、再プログラムができるのが好ましい。このプログラム化は、好ましくは、コンクリートの

塊の強度計算に使用するのと同じコンピュータで行なう。

マイクロプロセッサは、当業者には良く知られている通常の装置であり、そのマイクロプロセッサは、センサーから受け取った信号を記憶装置保管に必要で、コンピュータに受け入れられるデータに、通常の様式でプログラム化する。本発明に使用するのに適したマイクロプロセッサは、インテル、モトローラおよびナショナルから市販されている。好ましくは、コンクリートスラブまたは枠当たり、ただ一つのマイクロプロセッサを使用する。適當な記憶装置には、不揮発性RAMsまたはEEPROMsがある。事実、不揮発性RAMsまたはEEPROMsが好ましい。不揮発性RAMsは、通常の装置であり、市場で容易に入手でき、Xicorの商品名で市販されている。EEPROMは、通常の装置であり、市場で容易に入手でき、Advanced Micro Device,Xicor,IntelおよびSEEQ Technologyの商品名で市販されている。

記憶手段は、コンクリートの塊の外側、または内部でコンクリートが硬化しているコンクリート枠の外側に貼り付けることによって、コンクリートの塊に取り付ける。あるいは、記憶手段は、その記憶手段の全体または一部をコンクリートの塊の中に埋め込むことによって、コンクリートの塊に取り付ける。例えば記憶装置、マイクロプロセッサ、および電源をコンクリートの内側に埋め込み、接続用のワイヤをコンクリート外側の適當な位置に取出しておく。別の実施例では、記憶装置およびマイクロプロセッサをコンクリートの中に埋め込み、電源をコンクリートの外に置く。こうすることによって、電源を交換することができる。引き出し用に、埋め込んだ記憶手段と外側をワイヤで接続する。

本方法の次の段階は、記憶手段の情報引き出しである。引き出しは、記憶手段をコンピュータに接続し、記憶手段をコンピュータ内に取入れることによって行なう。コンピュータと記憶手段との間には通常の回路を使用する。

好ましくは、コンピュータに、いわゆるパーソナルコンピュータまたはマイクロコンピュータを使用する。これらは、容易に入手できる通常の装置である。適當なマイクロコンピュータは、IBM PC,IBM XTおよびCOMPAGE PortableまたはProfessionalの商品名で市販されている。

記憶手段をコンピュータに取入れるために、記憶手段とコンピュータとの間にインターフェースモジュールを使用する。そのような装置は一般的なものであり、マイクロコンピュータの一部であることが多い。そのような装置の操作は、当業者には良く知られていることである。

コンクリートの強度を計算するための熟成法を使用するために、通常の方法でコンピュータをプログラム化する。熟成法を使用するためのプログラムは、一般的であり、市場で容易に入手できる。適當なプログラムの一つは、Beton-Og Konstruktions instituttet,Dr.Neergaard

rds Vej13,Postboks 82,DK-2970 Horsholm,デンマークから販売されている。事実、このプログラムにより、非常に良い結果が得られている。また、コンピュータは、通常の方法でプログラム化し、通常のプログラムで、記憶手段から得られた音響データを評価し、硬化したコンクリートの塊の長期耐久性を求めることがある。本発明の別の長所は、風速のような気象条件、等の、複雑な環境データをコンピュータに入力し、コンクリートの塊の強度をより正確に計算できることである。

引き出し段階は、コンピュータをワイヤで記憶手段に接続することによって達成する。あるいは、この接続を、無線または光学信号のような電磁信号にしても良い。コンピュータと記憶手段との間の接続は、経費と接続の容易さによって決まる。海中のコンクリート構造物を陸上のコンピュータにワイヤで接続するのは困難であり、むしろ、記憶手段に公知の方法で組み込んだ無線型の発信機-受信機を使用し、記憶手段とコンピュータとの間の通常の無線型信号を使用して、コンピュータにデータを供給する方がはるかに簡単である。

#### (実施例)

本発明のこれらの、および他の特徴を添付の図面を参照しながら、以下に説明する。

第1図は、コンクリート枠4で囲んだコンクリート2を示す。センサー6はコンクリートの塊2の中央に埋め込み、センサー8はコンクリートの塊2の表面近くに埋め込み、センサー10はコンクリートの塊2の表面上に埋め込んである。センサー12は、コンクリート枠4の外側に設置した、基準センサーである。記憶手段14は、コンクリート枠4の外側に設置し、枠4を撤去する際に、センサーと共に取り外す。記憶手段14は、マイクロプロセッサ16、記憶装置18および電源20から成る。記憶手段は、図に示すように、センサーに接続してある。引出しづラグ21は、コンピュータを記憶手段14に接続して、コンピュータに情報を取入れる位置に示してある。

第2図は、記憶手段14をコンクリートの塊2の表面内部に埋め込み、アンテナ23を付けた無線発信機22を記憶手段14に接続してある以外は、第1図の部品すべてを備えている。

このような配置は、海中または陸上で、記憶手段と連絡するのに使用する。

第3図は、第1図の部品2~14のすべて、および音響センサー24,26を示す。これらのセンサーは、通常の音響センサーである。コンクリートの塊2の外に電源20を取り付けてあるのに対し、マイクロプロセッサ16および記憶装置18はその内部に埋め込んである。

第4図は、コンクリートの塊2の外側に設置した記憶手段14を示す。枠4を取り去っても、記憶手段14はその後に残る。基準センサー12は、記憶手段14の外側にある。

記憶手段14から情報を取入れるために、コンピュータ28がプラグ21に接続してある。

より複雑な工事では、コンクリート枠を現場から離れた所で製作する。そのような枠は、熱可塑性樹脂のようなプラスチック状の材料から成形するか、または鋼や木から製作することが多い。そのような枠では、製造業者が枠の中に記憶手段を取り付け、または組み込み、それを工事請負業者に販売し、現場で使用するか、またはコンクリートの塊を予備成形する。第5図は、記憶手段を取り付けた予備成形コンクリート枠の実施形態を示す。第5図は、記憶手段14を取り付けた予備成形コンクリート枠4を示す。記憶手段14は、基準センサー12、マイクロプロセッサ16、記憶装置18、電源20および引出しプラグ21を備えている。ワイヤ30が、枠4の外側壁32上に取り付けた記憶手段を、枠4の内側壁34に接続している。枠4の内側壁34上で、ワイヤ30はセンサー36に接続している。無論、センサーは、枠内に設置または組み込み、使用者に販売する時には既に記憶手段に接続しておくこともできよう。

第1～5図ではすべて、センサーを記憶手段に接続するのに、ワイヤを使用している。

ここに説明目的で示した本発明の好ましい実施形態の、本発明の精神および範囲から逸脱しない変形および修正は、すべて本発明に含まれる。

以下、本発明の実施態様を項に分けて記載する。

1) (a) コンクリートの塊にセンサーを取り付け、(b) 該センサーおよび該コンクリートの塊に記憶手段を取り付け、該センサーから来る信号を伝達し、該記憶手段により記録し、

(c) コンピュータにより該記憶装置から情報を引き出し、該記憶手段の情報を該コンピュータに取り入れ、該コンピュータが該コンクリートの塊を評価することを特徴とするコンクリートの塊の非破壊評価方法。

2) 前記記憶手段が、不揮発性RAMまたはEEPROMおよびマイクロプロセッサであることを特徴とする実施態様1記載の方法。

3) 前記センサーが熱電対、サーミスタまたはRTDであることを特徴とする実施態様2記載の方法。

4) 前記記憶手段の情報引き出しを、コンピュータと記憶手段との間に接続したワイヤにより行なうことを特徴とする実施態様1記載の方法。

5) 前記記憶手段が無線発信機-受信機を含み、該コンピュータが該無線発信機-受信機により、該記憶手段から情報を引き出すことを特徴とする実施態様1記載の方法。

6) 前記センサーが音響センサーであることを特徴とする実施態様1の方法。

7) 前記センサーおよび前記記憶手段が、該コンクリートの塊を成形するのに使用するコンクリート枠に固定してあり、該コンクリートを該枠から取り外す時に、該記憶手段および該センサーが該コンクリートから除去されることを特徴とする実施態様1記載の方法。

8) 前記センサーおよび前記記憶手段が、前記コンクリートの塊に固定してあることを特徴とする実施態様1記載の方法。

9) (a) コンクリートの塊にセンサーを埋め込み、(b) 前記コンクリートの塊に基準センサーを取り付け、

(c) マイクロプロセッサを該コンクリートの塊に固定し、該マイクロプロセッサを前記埋め込みセンサーおよび該基準センサーに接続し、該埋め込みセンサーおよび該基準センサーから来る信号を定期的に記録するように該マイクロプロセッサをプログラマ化し、

(d) 記憶装置を該コンクリートの塊に固定し、該記憶装置を該マイクロプロセッサに接続し、該センサーから該マイクロプロセッサが得たデータを記録し、

(e) コンピュータにより該マイクロプロセッサから情報を引き出し、該マイクロプロセッサの情報を該コンピュータに取り入れ、該コンピュータが該コンクリートの塊を評価する

ことから成る、コンクリートの塊の非破壊評価方法。

10) (a) コンクリートの塊に取り付けたセンサー、(b) 該コンクリートの塊に取り付けてあり、該センサーに接続してあり、該センサーから来る信号を記録するための記憶手段、

(c) 該記憶手段から情報を引き出し、該記憶手段から引き出した信号を評価し、コンクリートの塊を評価するための手段

から成るコンクリートの塊の非破壊評価装置。

11) 前記記憶手段が、前記センサーに接続したマイクロプロセッサ、および該センサーから来る信号を記憶するための、該マイクロプロセッサに接続した記憶装置から成ることを特徴とする実施態様10記載の装置。

12) 前記記憶手段が、さらに、前記センサーから得て記録した信号を該コンピュータに送るための無線送信機-受信機を含むことを特徴とする実施態様11記載の装置。

13) 前記引き出し手段が前記記憶手段に接続したマイクロコンピュータであることを特徴とする実施態様10記載の装置。

14) 前記センサーが熱電対、またはサーミスタまたはRTDであることを特徴とする実施態様10記載の装置。

15) (a) コンクリートの塊に埋め込んだセンサー、(b) 該コンクリートの塊に取り付けた基準センサー、

(c) 該センサーから来る信号を受け取るためのマイクロプロセッサ、(d) 該センサーから得た該信号を記憶するための記憶装置、および

(e) 該記憶装置に記憶した信号を引き出し、評価して該コンクリートの塊を評価するためのマイクロコンピュータから成る、コンクリートの塊の非破壊評価装置。

16) 内部に埋め込んだ少なくとも一つのセンサー、該セ

ンサーが発する信号を記憶するための記憶手段、および該記憶手段に記憶したデータを収集するために該記憶手段から情報を引き出すための手段を含むコンクリートの塊。

17) 少なくとも一つのセンサーが温度センサーであることを特徴とする実施態様16記載のコンクリートの塊。

18) 少なくとも一つのセンサーが音響センサーであることを特徴とする実施態様16記載のコンクリートの塊。

19) 前記記憶手段が、前記少なくとも一つのセンサーから受け取った信号を、前記コンクリートの塊の強度を評価するための、予め決めた形のデータに変換するためのマイクロプロセッサを含むことを特徴とする実施態様16記載のコンクリートの塊。

20) コンクリートを成形するのに適した枠および該枠に\*

\*取り付けた記憶手段から成り、該記憶手段がセンサーに取り付け可能で、該センサーが発する信号を記憶することができ、該記憶手段から情報を引き出す手段が該記憶手段から情報を引き出し、それによって該コンクリートの塊を評価することができる、コンクリートの塊を非破壊評価するための、予め製作したコンクリート枠。

【図面の簡単な説明】

第1～5図は、監視すべきコンクリートの塊に本発明の装置を設置する、幾つかの好ましい方法を示す。

10 2……コンクリート、4……コンクリート枠

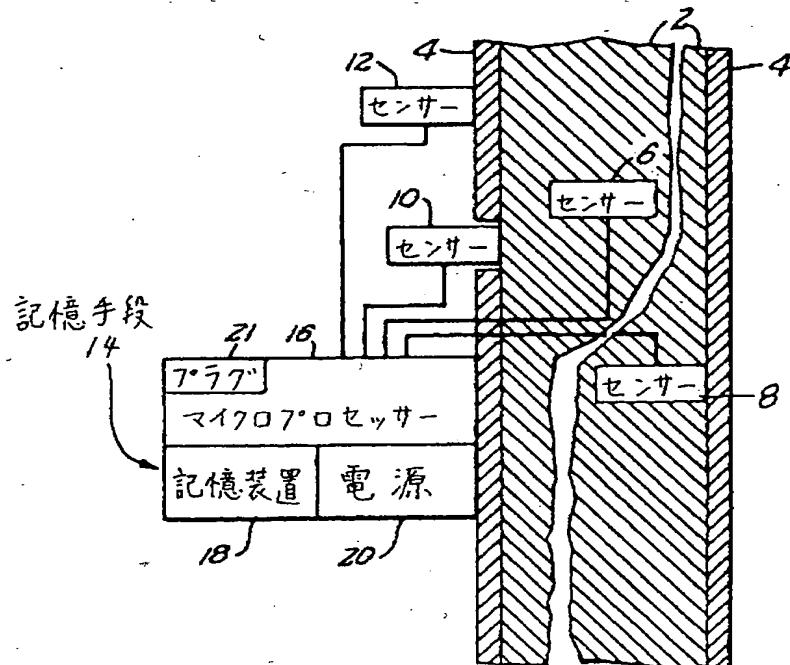
6,8,10,12……センサー

14……記憶手段

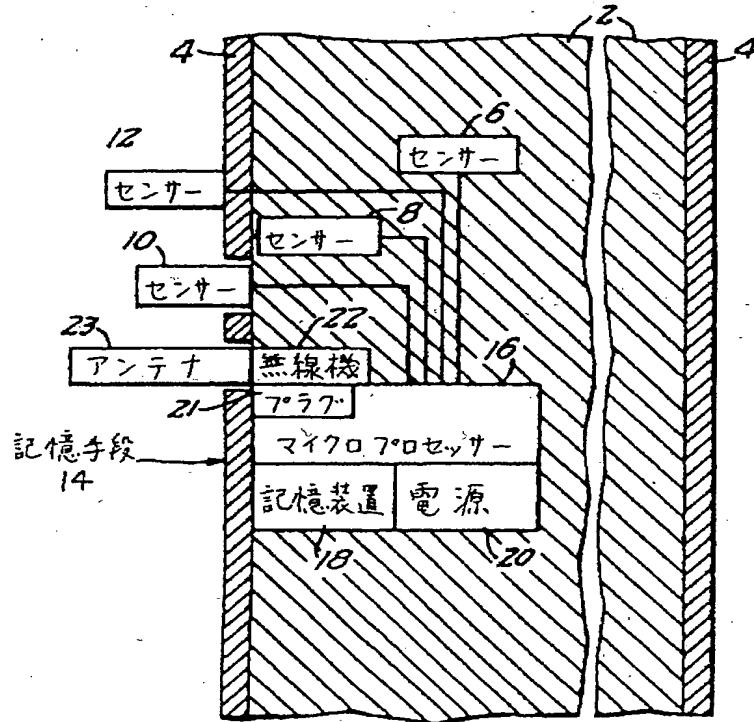
16……マイクロプロセッサ、18……記憶装置

20……電源

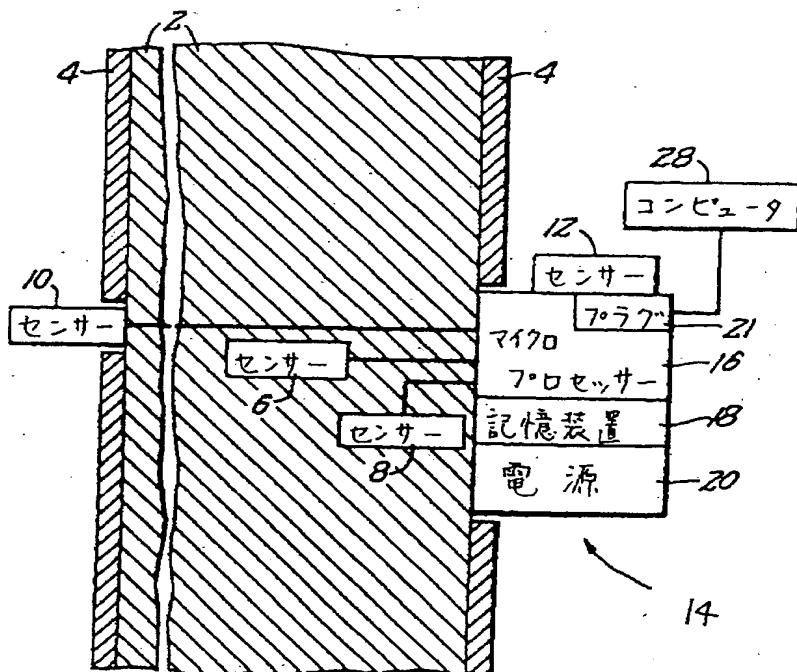
【第1図】



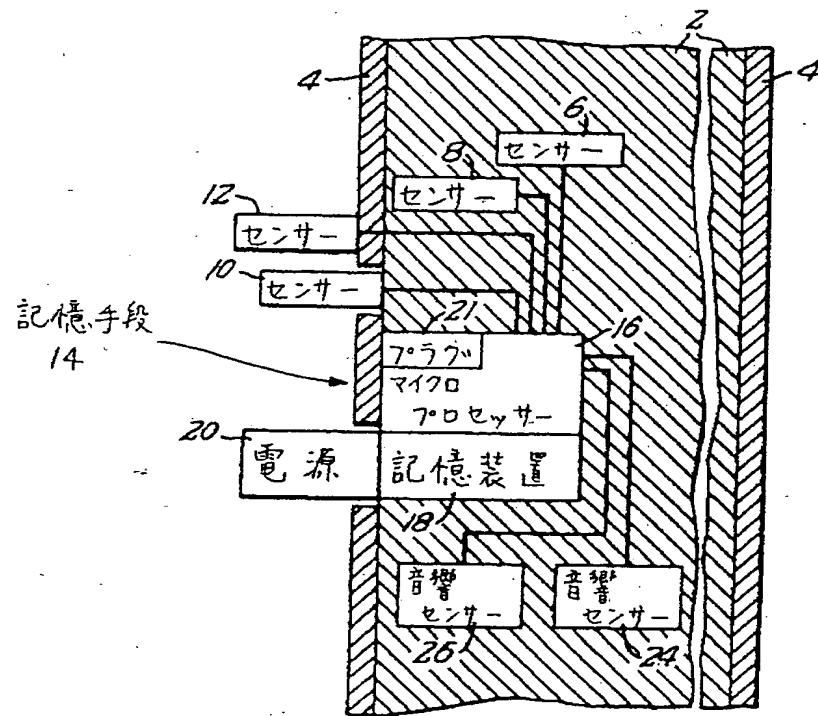
【第2図】



【第4図】



【第3図】



【第5図】

